

原著論文

# スマートグラス用の片手親指による文字入力

田中 敏光<sup>1)</sup>, 坪井 良太<sup>2)</sup>, 小川 夏美<sup>2)</sup>, 佐川 雄二<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> 名城大学情報工学部, <sup>2)</sup> 名城大学理工学部

## Character Input with One-Handed Thumb for Smart Glasses

Toshimitsu Tanaka<sup>1)</sup>, Ryota Tsuboi<sup>2)</sup>, Natsumi Ogawa<sup>2)</sup>, Yuji Sagawa<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Faculty of Information Engineering, Meijo University

<sup>2)</sup> Faculty of Science and Technology, Meijo University

**Abstract:** The input device is a smartphone covered with a thin plate with holes. The plate limits the area that can be touched, and the edges of the holes allow tactile recognition of finger position. The user grabs the device with one hand and taps or strokes with his/her thumb in the cross-shaped hole. The text entered by the user is displayed on the smart glasses. An input guide that shows the status of the input operation and what the user can do next is also displayed here. These allow users to operate without looking at their hands. Enter one hiragana character in two steps. First, use the stroke to select a Gyou that is a row in the Japanese syllabary table. Twelve strokes can be defined by moving from one of the four ends of the cross-shaped area to the other, so one row is assigned to each. Then flick or tap to select one of the characters included in that row. The selectable characters can be changed to voiced, semi-voiced, or lowercase characters by tapping the button. In the beginner experiment, the average input speed after inputting 250 characters was 21.7 [CPM], and the error rate was 6.5%.

**Keywords:** Character input, Touch typing, One-hand operation, Smart glasses, Mobile.

**キーワード:** 文字入力, ブラインド入力, 片手操作, スマートグラス, モバイル

### 1. はじめに

近年, Vuzix Blade [1] や Nreal Air [2] のような, 眼鏡と同じ形状のスマートグラス (optical see-through head-mounted display) が開発されている。これを使うと, どこにいても仮想的な大画面で情報を閲覧できる。情報処理や情報入力, 通信などには別途機器が必要となるが, 屋外で使う場合には, 日常的に持ち歩いているスマートフォンを充電することが順当である。しかし, フリック入力などの画面を注視する必要がある手法で文字を入力すると, スマートフォンの表示とスマートグラスの表示の間で頻繁に視線が移動することになる。注視距離も変わるため, 目疲れの原因となる。また, スマートグラスでは背景に重ねて文字や画像が表示されるため, 周囲に注意を配りながら情報を閲覧できるが, スマートフォンを注視するのでは, この長所も失われてしまう。

スマートグラスを着けた状態でタッチタイピングできれば, 表示を見続けたまま文字を入力できる。しかし QWERTY キーボードは持ち歩くには大きすぎる。折り畳み式[3]や巻取り式[4]のキーボードに換えても, 平らな場所が無いと使えない。超小

型のキーボード[5]の両端を持って親指でタイプすることも考えられるが, キーが小さいため, 指の位置を視覚で確認しないと誤入力が増える。また, 両手がふさがると荷物を持ったりつり革につかまったりできなくなる。このため, 周囲に気を配りながら, いつでもどこでも文字を入力するには, 指先を見ることなく, 片手で操作できる手法が必要になる。

### 2. 関連研究

クローズ型 HMD を装着した状態で文字を入力する方法として, 3D マウスやゲームコントローラでフリック入力を行う方法[6], ゲームパッドで文字を入力する手法[7][8], 手の動きをトラッキングして仮想キーボードを選択する方法[9][10]など, 多くの手法が開発されている。しかし, 屋外で利用するには, コントローラ等の機材を持ち歩く必要がある。

モバイル文字入力の分野でも, eyes free で利用できる手法が多数提案されている。空中に文字を書く動作を指輪型や腕輪型のデバイスで検出する方法[11][12]は, 学習は容易だが, 動作が大きい人混みでは腕が周囲の人や物にあたる危険がある。センサグローブや指に取り付けたタッチセンサで指の位置を検出して文字を選択する方法[13][14]は, 指先の動きで文字を入力できるが, 何かを持つとするとセンサが邪魔になる。タップする指の振動を検出して文字を選択する方法

2022年3月9日受理。

著者照会先: 〒468-8502 名古屋市天白区塩釜口 1-501  
名城大学 情報工学部 田中敏光

Email: toshitnk@meijo-u.ac.jp

[15]では、タップできる硬い面が必要になる。手首の回転で文字を選択する手法[16][17]は、手首を頻繁に速く動かすため、疲れる。これらの手法の多くは専用のデバイスを必要とする。

スマートフォンを使えば、別に入力デバイスを持ち歩く必要は無い。指先を見ずに文字入力する手法のうち、No-look Flick[18]と井川らの手法[19]は画面全体を使うため、指の移動が大きくなる。2本の指を使う手法[20]では片手による操作は難しい、漆山らの手法[21]はローマ字入力のため、アルファベットに割り当てられたジェスチャーを覚える必要がある。これらの手法では、スマートフォンに手を加えずに使っているため、利用者の手の大きさや持ち方によりタッチ位置がばらつく。このため、ボタンやタッチ領域を大きくとる必要がある。

Siri[22]や Alexa[23]などは、静かな室内では高い精度で音声認識できる。しかし屋外では、環境騒音が大きいと認識率が下がる。また、周囲に入力内容を聞かれてしまう。

### 3. 提案手法

#### 3.1 入力領域のレイアウト

図1に示すように、スマートフォンの画面を穴の開いたカバーで覆い、中央の十字内でストロークジェスチャーを行う。角が丸められているのは、1つの端から隣の端に、穴の縁をたどってスムーズに到達できるようにするためである。四隅には円形のボタンを配置し、タップで選択する。

カバーされた部分ではタッチは検出されない。穴の縁にはカバーの厚みだけ段差があるので、指先の触覚でボタンや十字領域の端の位置を見つけることができる。このため、視覚に頼ることなく操作できる。カバーによりタッチ位置を制限できるので、指先が動く範囲が32mm角に収まっている。

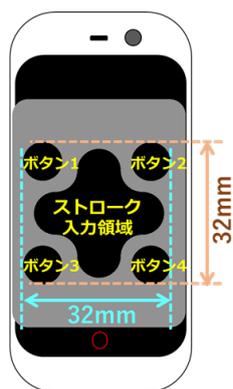


図1 カバーのデザイン

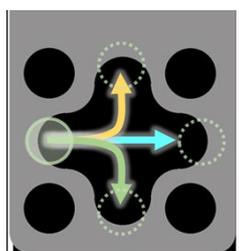


図2 3方向のストローク

#### 3.2 行選択

平仮名1文字を行と段を順に指定することで選択する。行選択では、十字領域の1つの端から他のどれかの端までストロークを行う。図2のように、1つの端に対して3種類のストロークが定義できるので、左の端点から時計回りに3つつ行を割り当てる。ストロークの開始位置と終了位置の組み合わせで行を選択するため、間違っただけに指が移動しても、画面から離さ

ずに正しい位置まで移動すれば、目的の行を選択できる。

ユーザの操作を補助するために、スマートグラスの画面にガイド画像を表示する。図3(a)は行選択を始める前のガイド画像で、十字の4つの端にそこからストロークを開始して選択できる行が示されている。(b)は十字の左端にタッチしたときの画像で、左端に割り当てられた行のそれぞれの終了位置に行の名前が表示されている。(c)は上端の領域に指が入ったときの画像で、“さ”の背景が緑に変わっている。この状態で指を離すと“さ行”が選択できる。ガイド画面のBS, SP, ENTは、それぞれBackspace, Space, Enterを表している。行選択では、この3つの機能がボタンに割り当てられている。

#### 3.3 段選択

続けて、選択した行の文字がガイドに表示される。図3(d)では、“さ行”に属する5つの文字がフリック入力と同じ配置で表示されている。段選択に移ったことが一目でわかるように、ガイドの色も水色に変わる。段選択では、十字領域をタップすることで“あ段”を、左、上、右、下にフリックすることで、“い段”から

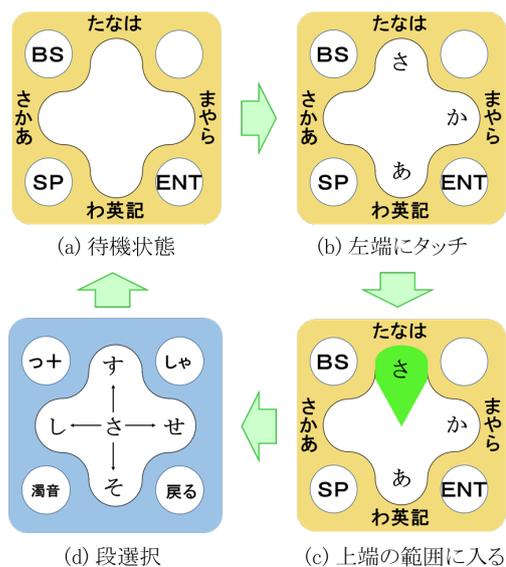


図3 ガイド画面の遷移

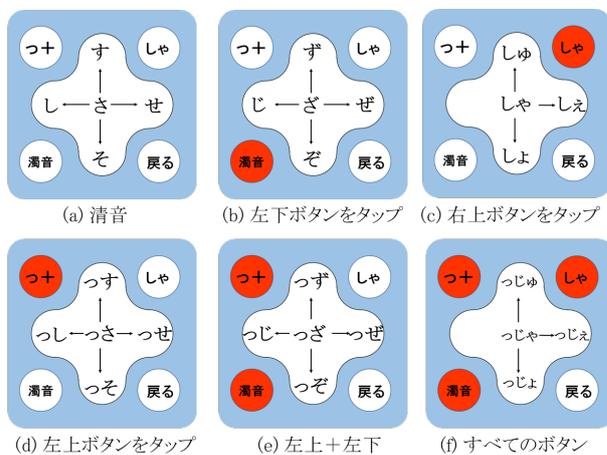


図4 ボタンによる濁音等への切り替え

“お段”を選択する。タップやフリックの開始位置は十字領域の内部ならどこでもよい。また、一定の長さ以上指先が移動すればフリック、そうでなければタップと判定する。

### 3.4 濁音・半濁音・小文字の入力

段選択の前に、左下のボタンをタップして表示を濁音に切り替える。もう一度タップすると清音に戻る。ただし，“は”は行“では、清音→濁音→半濁音→清音のパターンで切り替わる。ボタンが ON になっているときには赤色に変わる。また、右上のボタンをタップすると、図 4(c)のように、“い段”の文字の後に“ゃゅょ”を付けた表示に変わる。

左上のボタンは、図 4(d)のように、前に小文字の“っ”を追加するために使う。Web サイト「452 万文字分の、はてなダイアリー日記内、かな接続頻度データ。」[24] に掲載された頻度表によると、“っ”は 1.66%の頻度で現れる。これを、ローマ字入力と同じく1タップで入力するために、この機能を用意した。小文字の“っ”を単独で入力することもできるが、3 ステップの操作が必要になる。

左上、左下、右上の3つのボタンは任意に組み合わせて使うことができる。また、右下のボタンをタップすると行選択に戻る。段選択の前に間違いに気づけば、このボタンで行選択を取り消すことができる。

### 3.5 英数字と記号の入力

専用のモードで入力する。待機状態において下から上へのストロークを行うことで、英数モードに切り替わる。英数字も平仮名と同じく2ステップで選択する。表1の縦の列が英数字のグループで、アルファベット順に5文字ずつに分けられている。第1ステップ(平仮名の行選択に相当)でグループのひとつを選び、第2ステップ(段選択に相当)でそのグループから1文字を選ぶ。英数字は8グループに収まるため、平仮名だと“あ行”から“や行”に相当するストロークを割り当てている。

表1 英数字のグループ分けと選択方法

		第1ステップ(グループ選択)							
ストローク		左 →下	左 →右	左 →上	上 →左	上 →下	上 →右	右 →上	右 →左
第2ステップ	タップ	a	f	k	p	u	z	0	5
	左フリック	b	g	l	q	v	CL	1	6
	上フリック	c	h	m	r	w	.	2	7
	右フリック	d	i	n	s	x	,	3	8
	下フリック	e	j	o	t	y		4	9

大小文字の切り替えは CL (Caps Lock)で行うが、1文字だけなら、第2ステップの前に左下のボタンをタップすることで変更できる。これは、平仮名を濁音にする手順と同じである。このように、英数字も平仮名と同じ操作で入力できる。

記号は下から右へのストロークで記号モードに切り替えて入力する。選択方法は英数字と同じだが、記号には標準的なグループ分けがないため、グループ選択の誤りが増えることが

予想される。そこで、第2ステップに左上/右上のボタンで前/次のグループに移動する機能を追加している。

### 3.6 漢字入力

Google CGI API for Japanese Input を使って仮名漢字変換することを予定している。PCのIMEと同様に、Spaceをタップして漢字に変換し、Enterで確定する。変換中は十字部分に矢印キーの機能を割り当て、候補の選択に使う。こうすれば、図1のカバーデザインで漢字も含めて日本語を入力できる。

## 4. 初心者実験

### 4.1 実験の目的

慣れるまでに長い練習を必要とする手法では、多くのユーザが途中で利用をあきらめてしまう。このため、学習が容易であることが望ましい。そこで、使い始めの入力速度と誤入力率を調べる実験を行った。

### 4.2 実験方法

OS: Windows 7, 開発環境: Android Studio, 開発言語: Java, で開発されたシステムをスマートフォン Unihertz Jelly Pro に実装した。Jelly Pro のタッチディスプレイには図1に示したカバーが着けられている。Jelly Pro を USB-HDMI adapter 500-KC024HD を使ってクローズ型 HMD SONY HMZ-T2 に有線接続し、ミラーリングした画面を表示する。

実験は次の手順で行う。

- (1) 操作方法の説明を受ける(説明時間は約10分)
- (2) 5つの単語を平仮名で入力する
- (3) 3分間休憩する
- (4) (2)~(3)を合計10回繰り返す

(1)では、図と動画を使って、被験者にシステムの操作方法やガイドの見方、実験手順などを合わせて10分程度で説明する。その後、HMDを装着し、入力デバイスを利き手に持つ。入力には利き手の親指だけを使う。なお、事前には一切の練習を行わない。

実験が始まると、課題の単語が1語ずつ平仮名で表示される。被験者が入力した文字はその下に表示される。1語の入力が終わったら、Enterをタップして入力を確定する。続けて単語が表示される。5語入力すると1回の課題が終了する。3分の休憩を挟んで課題を10回行い、それぞれで入力時間を計測した。

実験用のシステムには画面をタップした時刻や入力した文字を記録するログ機能が実装されている。このログから課題が表示された時刻とEnterが入力された時刻を単語ごとに抜き出し、その差を合計することで課題の入力時間とする。このため、入力時間には修正の時間(Backspaceによる消去や入力のやり直しの時間)も含まれている。課題で入力した文字数を課題の入力時間(秒)で割って60を掛けることで、1分間あたりの入力文字数(Character Per Minute, CPM)を算出する。誤入力

率は、誤って入力したが修正された文字数と最後まで修正されなかった文字数の合計を課題の文字数で割った値 (Total Error Rate[25]) で評価する。

### 4.3 課題の単語

課題で使う単語は国立国語研究所の現代日本語書き言葉均衡コーパス(BCCWJ)の頻度リスト[26]から選択した。まず、数詞・助数詞を除いた名詞で、平仮名で4, 5, 6文字となる単語を、頻度が高い順にそれぞれ100語ずつ抽出する。次に、平仮名表記が同じになる単語(「九州」と「吸収」のような読みが同じ単語)を1語に統合する。このとき、統合後の単語の頻度は、統合した単語の頻度の合計とする。4, 5, 6文字のそれぞれのリストから頻度が上位の50語を選ぶ。このようにして求めた合計150語を出題対象とする。システムを起動するときにランダムに並べ替えたリストを作成し、先頭から5単語ずつ切り出して出題する。

### 4.4 実験結果

このシステムを初めて使う学生10名を対象に実験を行った。課題ごとの平均入力速度を図5に示す。平均入力速度は、初回は10.7CPMだったが、課題を重ねるごとに概ね上昇し、10回目の課題では21.7CPMに達した。図中の点線は対数近似曲線( $y = 4.3571 \ln(x) + 10.663$ )である。各被験者は10回の課題で約250文字入力している(4, 5, 6文字の単語をランダムに選んでいるため、文字数は被験者により多少ばらつく)だけだが、3秒で1文字入力する速度まで上昇している。この結果から、被験者は僅かな時間でシステムの使い方を理解できたと言える。

平均誤入力率を図6に示す。課題ごとの値のばらつきが大

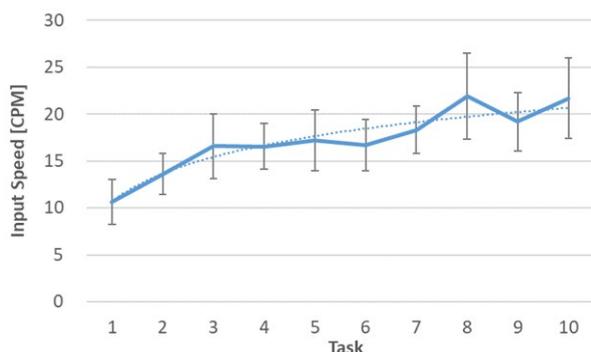


図5 初心者の入力速度

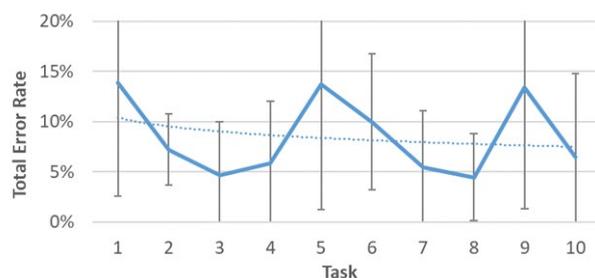


図6 初心者の誤入力率

きい。また、標準偏差も大きい。1課題では25文字しか入力しないので、1文字間違えても誤入力率は4%となる。課題を読み間違えたり、1文字飛ばして入力してしまったりすると、誤入力がまとめて発生する。このため、ばらつきが大きくなる。図中の点線は対数近似曲線( $y = 4.3571 \ln(x) + 10.663$ )である。課題全体を通してみると、誤入力率は緩やかに減少し、10回目には6.5%になった。10課題全体の平均は8.5%である。

ログファイルから特に誤入力が高かった箇所を調べたところ、“そんざい”という出題単語を“そん”と入力するといった、入力が途中で終わっている課題が数個見つかった。この例では、3文字目の入力で“か行”を選んでしまい、“戻る”ボタンで取り消そうとしたところ、誤って2度押してEnterが入力されていた。この原因は、段選択の“戻る”ボタンと待機状態のEnterボタンが同じ右下に配置されているためである。通常の入力なら、続けて“ざい”を入力すればよいが、実験では次の単語に進んでしまうため、誤入力となった。

## 5. 30日実験

### 5.1 実験の目的

初心者実験では、10課題を終えても入力速度は上昇傾向にある。そこで、長期間使用した場合の速度を調べる実験を行った。

### 5.2 実験方法

初心者実験と同じシステムを用いて実験を行う。ただし、表示には被験者が所有するモニタを使う。このため、実験中に指先が視界に入らないように、椅子に座ってモニタを注視した状態で、腕を下に下げて入力を行っている。

30日間毎日、5単語を入力する課題を3分の休憩を挟んで2回行う。課題は被験者の都合がつく時間に行った。課題の単語も初心者実験と同じにしている。1日10単語出題するため、15日で単語リストが空になる。その場合は、150単語をランダムに並べなおしてリストを作り直す。また、被験者が実験システムを停止してしまった場合も、再起動時にリストを作り直す。

### 5.3 実験結果

これまでに提案手法のシステムを使ったことがなく、初心者実験に参加していない学生3名を対象に実験を行った。結果を図7と図8に示す。被験者ごとの差が大きかったため、3名の結果をそれぞれ表示している。また、1日の入力文字数が約50文字と少ないため、日による変動が激しいので、5日間の移動平均により平滑化している。このため、値があるのは3日目から27日目までである。

図7に示す通り、被験者T2とT3は似た傾向を示している。対数近似曲線(図中の点線)はほぼ一致している。近似曲線では、6日目(60単語を入力)の速度が初心者実験の10課題目(50単語を入力)の速度とおおむね同じ値となっている。間を空けて課題を行っていることを考慮すれば、初心者実験と

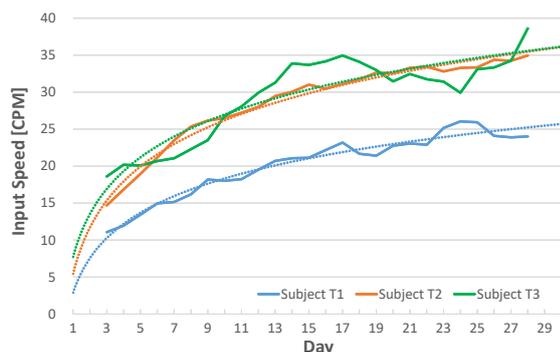


図7 30日実験の入力速度

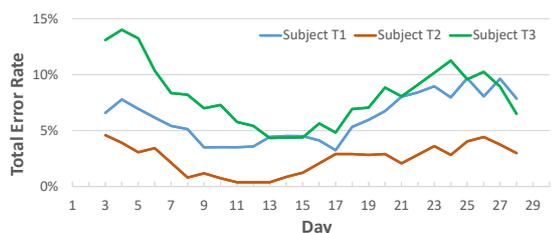


図8 30日実験の誤入力率

同じ結果と言える。一方、被検者 T1 は他の 2 名の 7 割程度の速度しか出ていない。実験終了時の入力速度は、5 日間の移動平均で、24.0, 35.0, 38.6CPM となっている。

3 名とも、前半は誤入力率が緩やかに低下し、後半に増える傾向を示している。後半になると、操作に慣れて指の動きが速くなるため、速度は上がるが、誤入力率も増える。ログの解析では、行選択を間違えたがそのまま段選択を行い、誤入力となっている例が見られた。入力に慣れたためガイドを見なくなり、間違いに気が付かなかったものと思われる。

被検者 T2 の誤入力率は常に 5%未満で、変動も小さいため、慎重に操作していると思われる。一方、被検者 T3 は速いが誤入力も多い。実験後の聞き取り調査の中で、実験中に意識したこととして、T1 と T2 は「丁寧な操作」、T3 は「課題終了までの時間」と答えている。正確さ重視の T2 の誤入力率が低く、速度重視の T3 の入力速度が高い結果は、妥当だといえる。

## 6. 考察

実験後に、システムを使った感想や意見を自由形式で聞き取り調査している。多かった意見は、①どこを触っているかたまにわからなくなる、②最初のタップ位置がわかりづらいときがある、③行の配置が分かりづらい、の 3 件にまとめられる。①の意見を詳しく調べると、ボタンと十字領域の端が共に丸みを帯びているため判別しにくいことが原因だった。このため、一方を角のあるデザインに変更する必要がある。②については、初期状態のガイド画像に書かれている文字が小さいことも原因だが、それ以上に、③が影響していると思われる。③の理由は、フリックキーボードと配置が異なるためだと考えられる。提案手法では「あかさ」が左端に配置されているが、フリックキーボードでは上段に並んでいるので、違和感を持った被検者が多か

スマートライフ学会誌, Vol.12 (1/2), pp.17-22 (2022).  
(旧モバイル学会誌)

った。フリック入力に慣れている人が多いことを考えると、左から時計回りにするより、上から反時計回りにしたほうが良いのかもしれない。

被検者に 4 つあるボタンを押しやすい順に並べてもらったところ、左上、左下、右上、右下の順になった。右手親指でストロークやタップを行うため、親指を曲げて触る右側が操作しづらかったのだと考えられる。このため、ボタンの配置を機能の使用頻度で上記の順に並べることを考える。

実用化のためにはカバーの装着方法も検討する必要がある。想定される問題として、位置ずれ(カバーとプログラムのタッチ判定領域のずれ)、汎用性(大きさや画面サイズが異なる端末への対応)、脱着の手間、などが考えられる。

図 9(a)のようにマジックテープでスマートフォンをくるむように固定する方法は汎用的に使うことができる。両端をループ面にして、スマートフォンの裏に張り付けたフック面に固定する方法なら、使用中にカバーが移動する心配はない。ただし、装着時の位置ずれを解消するために、画面に表示した穴のパターンに合わせてカバーを置く、カバーに合わせて画面上の判定領域をキャリブレーションする、などの対策が必要となる。図 9(b)のように、市販のスマートフォンケースにフック(水色の部分)を取り付け、そこに伸縮性のあるバンドをひっかけて固定する。(c)のように、底面と側面に爪を付けて挟むように固定する。これらの方法では、位置ずれは無視できる範囲に収まるし、脱着も容易である。また、使わないときには裏返して背面に固定することもできる。ただし、スマートフォンの機種に合わせてカバーを作る必要がある。他にも固定方法は考えられるが、一長一短があるため、3D プリンタなどで試作して、使い勝手を比較する必要がある。

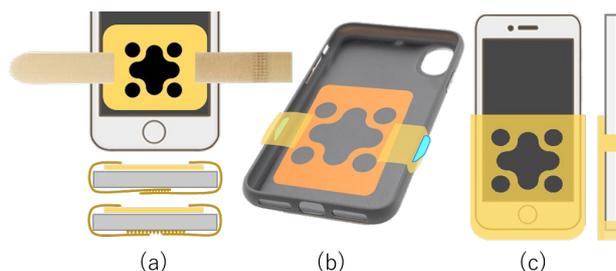


図9 カバーの装着方法の案

## 6. まとめ

片手親指で操作する、指先を見る必要のない文字入力手法を開発した。この手法では、スマートフォンのタッチディスプレイに穴の開いたカバーを付けることで、指先を動かす範囲を 32mm 角に留めている。平仮名 1 文字を行と段で選択する。行は十字型の領域の 1 つの端から他の端までのストロークで、段はフリックで選択する。濁音等は段選択の前にボタンで表示を切り替えてから、選択する。初心者を対象とした実験では、250 文字程度の入力で、速度 21.7CPM、誤入力率 6.5%で入

力できるようになった. また, 長期実験では, 約 1500 文字の入力で, 2 名は 35CPM 以上, 1 名は 25CPM 程度で入力できるようになった.

実験後の聞き取り調査から, カバーの形状や行の配置に改良すべき点が見つかった. 今後は, カバー等の改良を行い, その効果を調べる.

### 参考文献

- [1] Vuzix Blade: <https://www.vuzix.com/products/vuzix-blade-smart-glasses-upgraded> (2022.3.1 確認).
- [2] Nreal Air: <https://www.nreal.ai/air/> (2022.3.1 確認).
- [3] iClever IC-BK03se: <https://sakidori.co/article/24908> (2022.3.1 確認).
- [4] Rolly Keyboard 2 KBB-710: <https://www.lg.com/jp/mobile-accessories/lg-KBB-710> (2022.3.1 確認).
- [5] Ewin EW-RB03: <http://analog-to-digital.seesaa.net/article/468257337.html> (2022.3.1 確認).
- [6] 竹永正輝, 橋本直: 片手持ち VR コントローラのための日本語入力 UI の提案, エンタテインメントコンピューティングシンポジウム論文集, pp.12-16 (2019).
- [7] Absorber: <https://forest.watch.impress.co.jp/docs/review/596928.html> (2022.3.1 確認).
- [8] 横山海青, 高倉礼, 志築文太郎: JoyFlick: フリック入力に基づくゲームパッド向けかな文字入力手法, HI 学会論文誌, vol.23(4), pp.383-396 (2021).
- [9] 喜多修太郎, 小倉加奈代, 他: LeapMotion を用いた VR 上での文字入力手法の検討, 情処研告 2019-HCI-181, vol.21, pp.1-7 (2019).
- [10] 大石真佐貴, 物部寛太郎: VR におけるハンドトラッキングを用いた日本語入力手法の検討, 第 26 回バーチャリアリティ学会大会論文集 2C1-2 (2021).
- [11] 空中に手書きで文字を入力する指輪型デバイス: <http://www.itmedia.co.jp/news/articles/1501/13/news090.html> (2022.1.10 確認).
- [12] Ring Zero: <https://liginc.co.jp/284575> (2022.1.10 確認).
- [13] E. Whitmier, et. al.: “DigiTouch: Reconfigurable Thumb-to-Finger Input and Text Entry on Head-mounted Displays”, Proc. ACM IMWUT’17, Vol.1, No.3, Article 133 (2017).
- [14] Finger touching: <http://www.yankodesign.com/2007/10/02/wearable-mobile-device-for-enhanced-chatting/> (2022.1.10 確認).
- [15] TAP STRAP 2: <http://www.tapwithus.com> (2022.1.10 確認).
- [16] J. Gong, X. Yang, and P. Irani: “WristWhirl: One-handed Continuous Smartwatch Input using Wrist Gesture”, Proc. UIST’16, pp.861-872 (2016).
- [17] J. Gong, et. al.: “WrisText: One-handed Text Entry on Smartwatch using Wrist Gestures”, Proc. CHI’18, Paper No.181 (2018).
- [18] 深津佳智, 志築文太郎, 田中二郎: No-look Flick 携帯情報端末のタッチパネルにおけるアイズフリーな片手かな文字入力システム, 情報処理学会研究報告”, Vol.2012-HCI-149 No.5, pp.1-8 (2012).
- [19] 井川洋平, 宮下芳明: アイズフリーで速記できる

「方向のみ」のフリック入力手法, 情報処理学会 インタラクション 2013”, Vol.3EXB-22.

- [20] 箱田博之, 深津佳智 他: タッチパネル端末における 2 本指を用いたアイズフリーかな文字入力手法, 情報処理学会ヒューマンコンピュータインタラクション研究会報告”, Vol.2013-HCI-154, 6, (2013).
- [21] 漆山裕太, 中村拓人, 志築文太郎: 指の軌跡に基づく手元の視認が不要なスマートフォン向けかな文字入力手法, WISS 2018 予稿集, Vol.1-A07 (2018).
- [22] Siri: <https://support.apple.com/ja-jp/HT204389> (2022.1.10 確認).
- [23] Alexa: <https://developer.amazon.com/ja-JP/alexa> (2022.1.10 確認).
- [24] 452 万文字分の、はてなダイアリー 日記内かな接続頻度データ: <https://ena.hatenablog.jp/entry/20101011/1286787571> (2022.1.10 確認).
- [25] Soukoreff, R. W. and MacKenzie, I. S.: Metrics for text entry research: An evaluation of MSD and KSPC, and a new unified error metric, Proceedings of ACM CHI’03, pp.113-120 (2003).
- [26] 国立国語研究所コーパス開発センター『現代日本語書き言葉均衡コーパス』語彙表短単位語彙表データ: <https://ccd.ninjal.ac.jp/bccwj/freq-list.html> (2022/01/23 確認).

### 著者紹介

#### 田中 敏光(正会員)

1984 名古屋大学情報工学専攻修了. 工学博士. 1984 NTT 研究所. 1994 名古屋大学大型計算機センター助教授. 2000 名城大学教授. 情処学会, 信学会, スマートライフ学会, HI 学会会員.



#### 坪井 良太(非会員)

2022 年 3 月名城大学理工学部情報工学科卒業. 同 4 月より株式会社ベリサーブに勤務.



#### 小川 夏美(非会員)

2020 年 3 月名城大学理工学部情報工学科卒業. 同 4 月よりフューチャーイン株式会社に勤務.



#### 佐川 雄二(非会員)

1992 名古屋大学大学院情報工学専攻後期課程単位取得退学. 工学博士. 1992 名古屋大学, 2000 名城大学, 2008 同教授. 自然言語処理の研究に従事. 情報処理学会, 電気学会会員.

